云 南 植 物 研 究 1987; 9（4）: 443—448
Acta Botanica Yunnanica

不同海拔生境条件下水稻叶片及茎鞘氮素含量的变化

张 禾

（中国科学院昆明植物研究所，昆明）

摘要 本文报道生长在不同海拔生境条件下（云南省元江、玉溪、昆明、大理、丽江）的水稻叶片及茎鞘氮素含量的变化。所获得的主要结果如下：

1.自然生境条件下，水稻叶片和茎鞘的氮素含量随着生育期的进展而变化，有一个由高到低的下降趋势。而前期低海拔地区的含量比高海拔地区的高，成熟期则是海拔越高其叶片含氮量也越高，茎鞘含氮量的情形与叶片相反。

2.穗肥施用时期不同，对叶片和茎鞘氮素含量的影响不同，在低和较低海拔地区施用时期越晚，成熟期残存于叶片及茎鞘的氮素就越多；而且海拔高的地区的含量也高。在冷凉的高海拔地区丽江以颖花分化期追肥比幼穗分化和减数分裂期施用则黄熟期保持较高的含氮量。

关键词 水稻；氮素含量；追肥

高产栽培和大量的田间试验研究都已证明氮素是水稻生长发育中最主要的元素之一[1]，氮肥施用量和施用时期不仅影响到它的产量[2，3，4]，也影响到大米的质量[5]。

本研究是云南省科委组织的“高原水稻高产生理生态规律研究“工作的一部分。本文主要根据1983—1984年的田间试验和室内化学分析的研究资料，报道云南高原不同海拔生境和穗肥施用的不同时期水稻各生育期叶片和茎鞘含氮量的变化动态，这对于进一步提高产量以及经济用肥都具有一定的理论和实践意义。

材 料 和 方 法

本试验在云南高原的元江（海拔400米），昆明（海拔1900米）、大理（海拔2000米）、丽江（海拔2400米）四个地区进行了田间小区试验。这四个地区的主要气候特征为：元江干热，旱稻种植后期有不多的降雨量（339.0毫米），本田期气温较高（日均温26.0°C），日照时数较多（日平均6.7小时）；昆明为滇中温凉地区，本田期日均温度为19.03°C，月均降雨量160.74毫米，日照时数中等，平均5.7小时左右；大理为温凉湖滨地区，本田期日均温19.0°C，降雨量较多(811.1毫米)，日照时数较少（日平均4.5小时）；丽江日均温度16.7°C，日照时数5.2小时，月平均降雨量163.54毫米。供试品种，除高海拔的丽江用当地耐寒品种黑选五号外，其它地区皆用滇榆一号。栽插时间按当地

1986-06-05收稿

最佳农事节令进行，密度一般为 2 × 5 寸²，每穴用 5 —5.1叶龄秧苗三株栽插。基肥用量：每亩施尿素（云南天然气化工厂产，以下同）20公斤，穗肥是在20公斤剂量基肥基础上分别在幼穗分化期（早）、颖花分化期（中）、减数分裂期（晚），按每亩10公斤尿素撒施，另设不施尿素作基肥和不施穗肥作为对照，小区面积0.1亩，重复三次。。

按生育期分别在水稻分蘖期、颖花分化期、减数分裂期、齐穗期、黄熟期取样，每次的样本分为叶片、鞘茎，分别在85°C烘箱内烘干48小时，再测定其氮素含量。全氮用硫酸消煮法和扩散法[6]测定。

结 果 与 讨 论

1.不同海拔生境条件下，各生育期叶片和茎鞘氮素含量的变化

我们首先考察了不同海拔生境条件下，不用尿素作基肥和穗肥的叶片和茎鞘各生育期氮素含量的变化，结果见图 1 和图 2 。

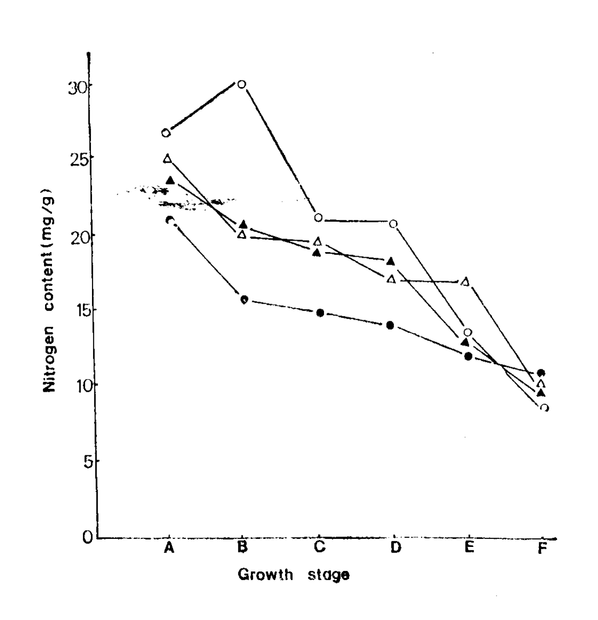


图 1　不同海拔生境条件下水稻各生育期叶片含氮量的变化（83—85年三年平均值）

A、分蘖期； B、幼穗分化期； C、颖花分化期； D、减数分裂期； E、齐穗期； F、黄熟期。

▲—▲昆明； △—△大理； ●—●丽江； ○—○元江

Fig. 1 Changes in nitrogen content in leaf blades of rice grown at different altitude habitats during each growth period duration (three years average).

A. Tillering stage; B. Young panicle differentiation stage; C. Spikelet differentiation stage; D. Reduction division stage; E. Full heading stage; F. Yellow ripe stage.

▲—▲Kunming; △—△Dali; ●—●Lijiang ○—○Yuanjiang

图 1 和图 2 分别表明叶片和茎鞘的含氮量随着生育期不同而发生变化。总的趋势是随着生育期的进程逐渐降低，分蘖期最高，黄熟期最低，但茎鞘的有些波动。这可能是不同生育期叶片和茎鞘生长特性和物质积累的强度不同所产生的影响不同造成的[7]。

然而由于海拔高度和其它环境条件不同，直接影响着水稻的生长发育，从而表现出不同海拔高度地区的水稻叶片和茎鞘含氮量的差异，叶片含氮量低海拔地区的一般高于高海拔地区的。我们认为这主要是由于高海拔地区的低的地温抑制了土壤供氮能力并减低了根系吸收能力所致。颖花分化期之后，主要由于气温的影响，低海拔地区的较高的气温造成叶片早衰，氮素含量急剧下降才颠倒了上述关系，即海拔越低，其水稻叶片含氮量也越低。这大概是后期高海拔地区的叶片有较高的净光合速率[8]的直接原因。

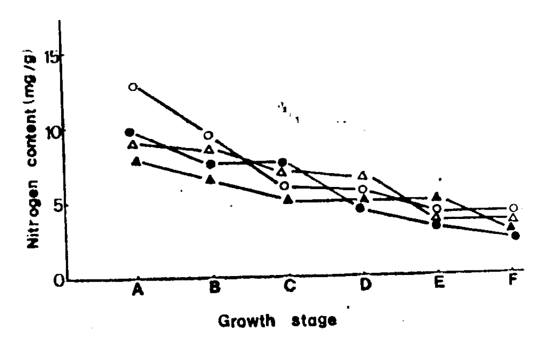


图 2　不同海拔生境水稻茎鞘氮素含量各生育期的变化

A、分蘖期；　B、幼穗分化期；　C、颖花分化期；　D、减数分裂期；　E、齐穗期；　F、黄熟期。

▲—▲昆明；　△—△大理；　●—●丽江；　○—○元江

Fig. 2　Changes in nitrogen content in stem + sheath of rice grown at different altitude habitats during each growth stage.

A. Tillering stage; B. Young panicle differentiation stage. C. Spikelet differentiation stage; D. Reduction division stage; E. Fullheading time; F. Yellow ripe stage.

▲—▲Kunming;　△—△Dali;　●—●Lijiang;　○—○Yuanjiang

茎鞘氮素含量的变化也和叶片的含氮量一样，都是分蘖期含量最高而后又逐渐下降，黄熟期最低，但低海拔地区的高于高海拔地区的。

比较图 1 和图 2 还可以看出叶片含氮量远远高出茎鞘的含量，主要由于茎鞘中的纤维类结构物质“稀释”了其氮素含量所致，而且这部分的氮素含量在整个生育期中的变化比叶片含量变化小得多，除最低海拔元江种植的水稻外（它的茎鞘含氮量在分蘖期和黄熟期均最高），看来有一种在分蘖期海拔越高，茎鞘含氮量也越高。而黄熟期则相反，海拔越高的地方种植的水稻其茎鞘氮素含量越低。这可能是前期高海拔地区低的温度影响了氮素向叶的运输，而在后期高海拔地区土壤供氮能力比低海拔地区土壤降低的更大，茎鞘中的氮素可能有一部分被运到其它器官（包括叶片）中去有关。正如图 1 所示，叶片中的氮素含量在较高海拔处种植的水稻中确也稍高。

2.不同时期施穗肥对水稻叶片和茎鞘氮素含量的影响

水稻从营养生长过渡到生殖生长为主时，生长中心也逐渐向穗子转移，穗肥的施用时期也一定会影响到叶片及茎鞘的氮素含量的变化。为此我们进行了以每亩20公斤肥量为基肥而后又幼穗分化期和颖花分化期分别施用每亩10公斤尿素作追肥的田间试验，考察穗肥对叶片及茎鞘含氮量的影响，结果见表 1 。

由表 1 可以看出，不同时期施用穗肥对叶片和茎鞘氮素含量的影响也不一样，在低的和较低的海拔地区，以减数分裂期施用对水稻生育后期氮素含量影响最大，其含量最高，颖花分化期次之，幼穗分化期较小。但在高海拔冷凉地区的丽江则以颖花分化期施用影响最大，这可能与冷凉的高海拔地区追肥太晚，温度迅速下降不易被植物吸收利用，难以发挥肥效有关。因此，为发挥肥效，高海拔地区追肥应早。总之，穗肥能增加水稻齐穗期叶片含氮量，而成熟期间叶片含氮量则在一定范围内与光合能力存在着直线关系，与抽穗后干物质的增加量和谷粒产量有着正相关性[8]，因此穗肥在一定程度上

能提高稻谷产量。

穗肥对后期植株氮素含量的影响表现出在不同海拔生境之间有明显的差异。就本试验种植的四个地区的水稻而言，除丽江含氮量偏低外，由其它地区可以看出一般高海拔地区的大于低海拔地区的（三年平均值）。

表1　穗肥对叶片和茎鞘氮素含量的影响

Table 1 Effect of nitrogen top dressing at the stage of spikelet initiation on nitrogen contents (mg/g) leaf blade and stem + sheath

施肥时期	器官 \ 地区 \ 生育期	齐穗期 (mg/g)				黄熟期 (mg/g)			
		丽江	大理	昆明	元江	丽江	大理	昆明	元江
幼穗分化期	叶　片	13.19	25.43	14.85	16.04	6.95	6.12	10.26	8.93
	茎+鞘	6.52	7.79	4.65	4.95	3.53	6.10	3.62	3.64
颖花分化期	叶　片	12.25	25.35	16.13	10.50	8.18	16.27	11.48	8.43
	茎+鞘	8.32	7.81	5.95	7.88	4.91	6.09	5.98	3.90
减数分裂期	叶　片	10.66	25.29	16.40	15.65	7.60	19.70	11.69	11.67
	茎+鞘	7.23	7.50	5.95	7.80	4.40	6.35	3.62	3.40
对　　照	叶　片	6.89	19.81	13.15	13.68	5.58	12.46	9.04	11.65
	茎+鞘	4.52	4.65	4.65	3.62	2.85	4.65	3.10	2.60

穗肥能保证穗子形成一直到成熟都有较多的氮素可以利用，并且增加了叶片叶绿素含量，从而促进了碳素同化率的增加[9]，延长了叶光合作用的持续期，提高了产量[10]。

穗肥是个不太明确的概念，一般认为出穗后追肥就统称穗肥，这是不确切的。从幼穗分化到减数分裂、颖花分化、齐穗灌浆等这一段时期内追肥都应该称穗肥。但不同时期效果不一样，这与外界环境条件包括土壤肥力、供氮能力、气温、土温、光照以及水稻品种和管理水平等都密切相关。

追施穗肥是一种少肥多收的施肥途径[11]，若欲利用叶片或茎鞘的含氮量作为一个因苗管理的指标用于指导生产，还有许多问题需要进一步研究探索。

致谢　本文得到李存信、林德辉同志帮助。

参 考 文 献

1 米山忠胜等（顾美华译）. 水稻的生理生态. 上海：上海科学技术出版社，1981：172—186
2 雷宏俶，王天铎. 实验生物学报 1961；7（3）：227
3 崔澂，张静兰，倪文等. 作物学报 1962；1（3）：259—272
4 张静兰，崔澂，阎龙飞. 植物学报 1964；12（1）：75—81
5 Taira H, Aira T. *Procedings of the Crop Science Society of Japan* 1971；40(1):21—26
6 中国土壤学会农业化学专业委员会. 土壤农业化学常规分析方法. 北京：科学出版社，1984：172—186
7 李存信，林德辉. 云南植物研究 1986；4：459—466
8 陈善坤、施永宁、章俊德等. 植物生理学通讯 1982；（2）：22—25
9 Kiuchi T, Omukai S, Usami T et al. *Bull Tohoku Agr Expt Sta Japan* 1962；24：1—60
10 二井进午著（朱光琪等译）. 水稻无机营养、施肥和土壤改良. 上海：上海科学技术出版社，1959：30—39

CHANGES IN NITROGEN CONTENTS IN LEAF BLADES AND STEM+SHEATH OF RICE GROWN AT DIFFERENT ALTITUDE HABITATS

Zhang He

(*Kunming Institute of Botany, Academia Sinica, Kunming*)

Abstract In this paper author reports on the change in nitrogen contents in leaf blades and stem+sheath of rice grown at different altitude localities: Yuanjiang (about 400 m alt.), Kunming (about 1900m), Dali (about 2000 m) and Lijiang (about 2400 m), Yunnan, respectively, from 1983 to 1985, and has compared their differences.

The main results tested are as follows:

1. The nitrogen contents in leaf blade and stem+sheath of rice vary with the progress of growth period duration under conditions of their natural habitats. Their contents have a downward tendency from high to low, but during the early growth stage their contents are higher at low-altitude localities than those at high-altitude localities. At the ripeing stage the higher altitude of growing area, the higher are nitrogen contents in the leaf blade, however, the nitrogen contents in the stem+sheath are contrary to the leaf blade.

2. Influence of ear manuring applied at various growth stage on the nitrogen contents in leaf blade and stem+sheath is different, at low-and lower-altitude localities the later top dressing, the higher are the nitrogen contents remained in

leaf blade and stem+sheath at the ripeing stage, and their contents are also high at high-altitude localities. The top dressing at the spikelet differentiation stage is compared with those at the young panicle differentiation and reduction division stages, at the yellow ripe stage the nitrogen contents remained in leaf blade and stem +sheath are higher at cold-cool and high-altitude localities.

Key words Rice; Nitrogen content; Nitrogen top dressing.